

транспортного потенциала. В дальнейшем целесообразно исследовать качественные и количественные характеристики транспортного потенциала предприятия.

Список литературы: 1. Неверова Е. В. Методика анализа логистического потенциала промышленного предприятия [Текст] / Экономика транспорта – 2007 – С. 48 - 54. 2. Шинкаренко В. Г., Криворучко О. Н. Оценка и анализ конкурентоспособности и качества автотранспортных услуг [Текст]. Х.: ХНАДУ, 2001. – 124 с. 3. Игнатенко Е. Б., Щетина В. А. Совершенствование показателей деятельности объединений автомобильного транспорта в условиях полного хозяйствования [Текст]. – М: Транспорт, 1988г. – 144 с. 4. Федонин О. С., Репина И. М., Олексюк О. И. Потенциал предприятия: формирование и оценка [Текст]. — К.: КНЕУ, 2004. — 316 с. 5. Комаров А.В. Принципы эксплуатации высокоэффективной транспортной системы СССР [Текст] / Вопросы совершенствования комплексной эксплуатации транспорта. Труды ИКТП. Вып.49. Отв.ред. А.В.Комаров. – М.:ИКТП, 1975. – С.7-46. 6. Хуанг Т. Т. Производственный потенциал полиграфических предприятий и эффективность его использования в условиях рынка [Текст]: Дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05. М, 2001. - 181 с. 7. Анисимов А. П., Юфин В. К. Экономика, организация и планирование автомобильного транспорта [Текст]. – М.: Транспорт, 1986. – 248 с. 8. Козлов П.А., Бугаев А.В. Двойственная сущность транспорта и проблема взаимодействия промышленных и магистральных дорог [Текст] / Научно-технический прогресс в развитии станций и узлов. Межвуз. сб.науч.тр. Вып.829. Под общ.ред. В.М.Акулиничева. – М.:МИИТ, 1990. - С.87-89.

Поступила в редколлегию 13.04.2010

УДК 519.681

Д.А. ДЁМИН, канд. техн. наук, доцент, НТУ «ХПИ», г. Харьков

ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРО-ПЛАВКОЙ С УЧЕТОМ ФАКТОРОВ НЕСТАБИЛЬНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

У статті описано методику параметричної ідентифікації факторів нестабільності технологічного процесу плавки, за результатами якої стає можливим вибір обґрунтованих рішень щодо управління плавкою.

The method of authentication of factors of instability of technological process of melting on results which the choice of the grounded decisions becomes possible about a management melting is described in the article.

Введение.

Принятие решений о выборе управляющих воздействий в процессе электроплавки зачастую сталкивается с неопределенностью, связанной с отсутствием точных данных о качестве шихты. К материалам, вносящим фактор неопределенности (так называемая «наследственность» шихты) относятся перепельные чугуны, литейные чугуны, чугуны лом и стальной лом. При использовании в шихте доменных чугунов качество литья определяется, в первую очередь, содержанием в них кремния. Сравнение качества литья при использовании в шихте литейных и перепельных чугунов показывает, что применение перепельных чугунов обеспечивает чугуны отливок предел прочности на растяжение в среднем на 12% выше, чем при использовании литейных чугунов. Отклонения в твердости в различных по толщине сечениях отливки в этом случае меньше на 40%. Однако, их применение

ние вместо литейных чугунов в количестве более 10-15% повышает отбеливаемость при равном содержании кремния. Еще одним существенным недостатком являются большие колебания концентрации кремния в выплавляемом чугуне. Следствием этого является повышенный брак отливок по отбелу и несоответствию химического состава. Поэтому считается, что целесообразным является совместное применение в шихте передельных чугунов с повышенным содержанием кремния и литейных чугунов. Сравнительная оценка влияния состава литейных и передельных чугунов на качество литья и анализ эффективности их совместного или раздельного использования по обобщенным литературным данным, не дает конкретных ответов на следующие вопросы:

1. Как влияют поля отклонения химического состава передельных и литейных чугунов на стабильность химического состава выплавляемого чугуна.
2. При каком количестве в шихте передельного чугуна, с учетом стабильности его состава, становится целесообразным введение в шихту литейного чугуна.
3. Как учесть неконтролируемую наследственность литейных и передельных чугунов в процессе плавки.
4. Как отличить влияние наследственности литейных и передельных чугунов при их совместном использовании на стабильность состава и свойств выплавляемого чугуна.

Ответы на эти вопросы могут быть получены на основании обобщения и обработки производственных данных о влиянии состава шихты на химический состав и свойства чугуна и применения специальных методов исследований.

Выбор критериев оценки качества шихтовых материалов.

Критерием оценки влияния качества шихтовых материалов на состав и свойства чугуна может быть выбран обобщенный показатель качества (ПК), включающий в себя твердость, предел прочности на растяжение, содержание углерода, кремния и фосфора в чугуне. Учитывая, что ГОСТом для каждой марки чугуна регламентированы поля отклонений этих элементов и механических свойств, может быть определено граничное значение показателя качества, для которого литье можно классифицировать как годное. Сопоставление полей отклонений содержания элементов в шихтовых материалах и значений ПК для каждой марки чугуна позволяет оценить, при каких полях отклонений качества шихты получаемое литье может быть признано годным или классифицироваться как брак. Для этого строятся кривые распределения, описывающие качество шихтового материала, и сопоставляются поля рассеивания качества шихтового материала с вероятностью получения годного литья в координатах δ -Р (рис.1).

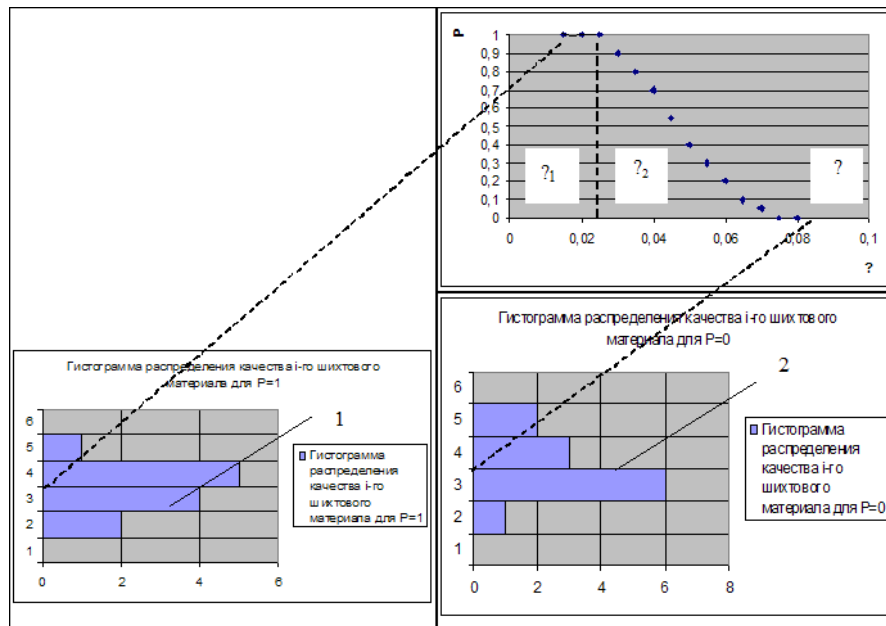


Рис.1. График зависимости качества сплава от поля рассеивания показателей качества компонентов шихты

Данный график условно может быть разбит на три участка. Участок $(0 - \delta_1)$ – характеризует поля отклонений показателя качества шихты, при котором литье с вероятностью 100% является годным. Этот участок соответствует гистограмме 1.

Участок $(\delta_2 - \delta)$ характеризует поля отклонений показателя качества шихты, при котором получаемое литье будет классифицироваться как брак. Участок $(\delta_1 - \delta_2)$ характеризует снижение вероятности получения годного чугуна при увеличении поля отклонений показателя качества шихтового материала. Таким образом, гистограмма 1 характеризует распределение, при котором с вероятностью 100% литье является годным, кривая 2 – распределение, при котором с вероятностью 100% литье является браком. Для различных полей отклонений элементов в составе шихтового материала вероятность получения годного литья рассчитывается по формуле (1)

$$\Gamma = \left(\Phi \cdot \left(\frac{ПК_{\text{в}} - ПК}{S_{\text{нк}}} \right) - \Phi \cdot \left(\frac{ПК_{\text{н}} - ПК}{S_{\text{нк}}} \right) \right) \cdot 100\% \quad (1)$$

где Γ – доля годного литья, %, $ПК_{\text{в}}$ – верхняя граница показателя качества, при котором литье считается годным, $ПК_{\text{н}}$ – нижняя граница показателя качества, при котором литье считается годным, $ПК$ – среднее расчетное значение показателя качества по результатам производственных данных, $S_{\text{нк}}$ – среднеквадратическое отклонение показателя качества, рассчитанное на основании производственных данных, $\Phi(\cdot)$ – функции Лапласа. Расчет проводится по производственным данным, собранным по ходу плавки в течение смены. Снимая с графика значение полей отклонений и соответствующее значение вероятности, строится участок $\delta_1 - \delta_2$.

Параметрическая идентификация факторов нестабильности технологического процесса.

На рис.2 представлена схема, поясняющая задачу идентификации факторов нестабильности технологического процесса

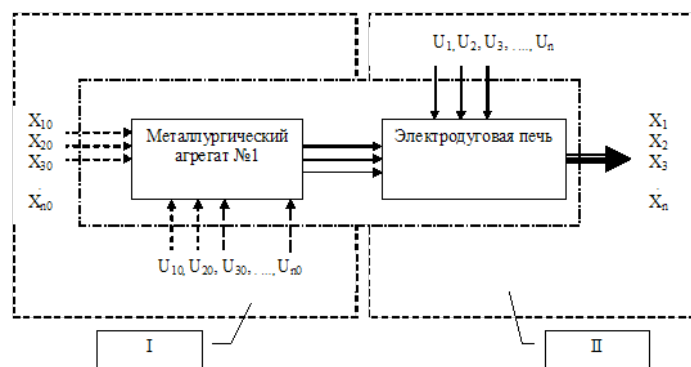


Рис.2. Технологическая схема в задаче идентификации факторов нестабильности технологического процесса

Объект управления ОУ (электродуговая печь) на вход получает шихтовые материалы и расплав из предшествующего агрегата. Качество этих материалов оценивается регламентированным содержанием элементов химического состава – средним содержанием и полем рассеивания. Таким образом, участок I схемы описывает этап I формирования качества шихты.

Процесс плавки характеризуется качеством выходного продукта, формируемым качеством шихты (входа ОУ, являющегося выходом участка схемы I) и эффективностью управления процессом плавки. Таким образом, участок II схемы описывает этап II формирования качества готового сплава.

Целью идентификации является выявление этапа, на котором вносится фактор нестабильности технологического процесса, формирующего брак конечного продукта.

В качестве пространства переменных, позволяющих оценить как качество шихты, так и качество самого процесса плавки, могут быть приняты концентрации основных элементов химического состава чугуна - C, Mn, Si, определяющих характер всех протекающих в электродуговой печи процессов. При этом возможно выявить наиболее неблагоприятные компоненты шихты с точки зрения их влияния на качество годного чугуна.

Как следует из рис.2, в пространстве переменных могут выделены два класса объектов – класс A , в котором качество получаемого сплава определяется качеством шихты, и класс B , в котором качество получаемого сплава формируется самим процессом электродуговой плавки. При таком подходе можно рассмотреть функции условных плотностей распределения вероятностей вектора X для классов A и B – $p_A(X)$ и $p_B(X)$. Априорные вероятности $P(A)$ и $P(B)$ принадлежности любого объекта к классу A и B соответственно могут быть оценены непосредственно на основе архивных данных самих производств, внутри которых решается задача об автоматизации управления процессами плавки.

Если есть основания считать, что распределение содержания элементов химического состава чугуна подчиняются закону нормального распределения, то $p_A(X)$ и $p_B(X)$ - плотности вероятности нормальных законов распределения. Если m^A и m^B - математические ожидания вектора X для классов A и B , и ковариационные матрицы распределения вектора X для классов A и B равны ($cov^A(X) = cov^B(X)$),

плотность распределения вероятностей $p_A(X)$ и $p_B(X)$ могут быть представлены в виде:

$$\begin{aligned} p_A(X) &= ke^{\left(-\frac{1}{2}(x-m^A)' \text{cov}^{-1}(x)(x-m^A)\right)} \\ p_B(X) &= ke^{\left(-\frac{1}{2}(x-m^B)' \text{cov}^{-1}(x)(x-m^B)\right)} \end{aligned} \quad (2)$$

где k – постоянный множитель.

Условные вероятности принадлежности j -го объекта к классу A и B , согласно теореме Байеса, определяются по формулам:

$$\begin{aligned} P(A|x^j) &= \frac{P(A) p_A(x^j)}{P(A) p_A(x^j) + P(B) p_B(x^j)} \\ P(B|x^j) &= \frac{P(B) p_B(x^j)}{P(A) p_A(x^j) + P(B) p_B(x^j)} \end{aligned} \quad (3)$$

Объект x^j может быть отнесен к тому классу, которому соответствует большая условная вероятность:

$$\begin{aligned} x^j \in A \text{ если } P(A|x^j) &\geq P(B|x^j) \\ x^j \in B \text{ если } P(A|x^j) &< P(B|x^j) \end{aligned} \quad (4)$$

Следовательно, классификация объекта x^j осуществляется в зависимости от величины функции:

$$L(x^j) = \frac{P(A) p_A(x^j)}{P(B) p_B(x^j)} = \frac{P(A)}{P(B)} l(x^j) \quad (5)$$

где $l(x^j)$ – отношение правдоподобия.

Следовательно, классифицирующее правило можно записать в виде:

$$\begin{aligned} x^j \in A \text{ если } L(x^j) &\geq 1 \\ x^j \in B \text{ если } L(x^j) &< 1 \end{aligned} \quad (6)$$

Задавая граничное значение $L(x^j)=1$, классифицирующее правило может быть представлено в виде:

$$\begin{aligned} x^j \in A \text{ если } L(x^j) &= \frac{P(A) ke^{\left(-\frac{1}{2}(x-m^A)' \text{cov}^{-1}(x)(x-m^A)\right)}}{P(B) ke^{\left(-\frac{1}{2}(x-m^B)' \text{cov}^{-1}(x)(x-m^B)\right)}} \geq 1 \\ x^j \in B \text{ если } L(x^j) &= \frac{P(A) ke^{\left(-\frac{1}{2}(x-m^A)' \text{cov}^{-1}(x)(x-m^A)\right)}}{P(B) ke^{\left(-\frac{1}{2}(x-m^B)' \text{cov}^{-1}(x)(x-m^B)\right)}} < 1 \end{aligned} \quad (7)$$

Преобразование (7) приводит к общему виду классифицирующего правила:

$$\begin{aligned} x^j \in A \text{ если } F(x^j) &\geq y_0 \\ x^j \in B \text{ если } F(x^j) &< y_0 \end{aligned} \quad (8)$$

где $F(x^j)$ – дискриминантная функция, определяемая по уравнению (9), а y_0 – пороговое значение дискриминантной функции.

$$F(x) = x' \text{cov}^{-1}(x)(m^A - m^B) = \frac{1}{2}(m^A + m^B)' \text{cov}^{-1}(x)(m^A - m^B) - \ln \frac{P(A)}{P(B)} \quad (9)$$

Координатами вектора X могут быть выбраны среднеквадратичные отклонения содержания $C(x_1)$, $Si(x_2)$, $Mn(x_3)$.

Используя общий вид классифицирующего правила (9), может быть проведен расчет порогового значения и коэффициентов дискриминантной функции, позволяющий идентифицировать факторы нестабильности технологического процесса плавки – низкое качество входных параметров процесса (качество шихтовых компонентов) или неэффективность существующего процесса управления плавкой. Первый вариант соответствует попаданию вектора X в класс A , второй соответствует попаданию вектора X в класс B .

На основе обработки результатов серийных плавов было получено классифицирующее правило вида (9):

$$\begin{aligned} x^j \in A \text{ если } [-127,375x_1 + 56,328x_2 - 16,513x_3 \geq (-11,9514)] \\ x^j \in B \text{ если } [-127,375x_1 + 56,328x_2 - 16,513x_3 < (-11,9514)] \end{aligned} \quad (10)$$

На основе правила (10) может быть принято решение о том, является ли отклонение в качестве сплава причиной некачественной шихты, или несовершенством процесса плавки.

Выводы.

1. Для выбора критерия эффективности технологического процесса электродуговой плавки необходим расчет статистических характеристик, описывающих процесс, непосредственно в конкретных промышленных условиях.

2. Разработанная методика анализа технологического процесса плавки, основанная на расчете вероятности получения брака готовой продукции в зависимости от величин полей рассеивания параметров шихты, позволяет выявлять некачественные шихтовые материалы и вносить соответствующие коррективы в процессе управления плавкой.

3. Для идентификации параметров нестабильности технологических процессов, влияющих на качество управления плавкой, эффективной является байесовская стратегия.

4. Полученное классифицирующее правило позволяет по результатам химического анализа чугуна установить, является ли причиной отклонения в качестве сплава от заданного некачественная шихта или отклонения от заданных режимов в самом процессе управления плавкой.

Поступила в редколлегию 18.03.2010

УДК 004.055

Л.И. МАРЧЕНКО, ст.преподаватель, ХНУРЭ, г. Харьков

В.О. СИНЯВИН, студент, ХНУРЭ, г. Харьков

ПРОГРАММНЫЙ ПАКЕТ ДЛЯ ЛОКАЛЬНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ

Створення локальної системи тестування із простими і комфортними інтерфейсами для викладача та студента. Система редагування дозволяє мобільно змінювати кількість тем, питань з кожної теми, відповідей з кожного питання, тривалість тестування.

Creation of the in-plant system of testing with simple and comfort interfaces for a teacher and student. The system of editing allows mobile to change a quantity by that, questions on every theme, answers on every question, duration of testing.